

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-330249

(43)Date of publication of application : 29.11.1994

---

(51)Int.Cl. C22C 38/00  
C21D 8/06  
C22C 38/40

---

(21)Application number : 05-124261

(71)Applicant : DAIDO STEEL CO LTD

(22)Date of filing : 26.05.1993

(72)Inventor : OMA HIDEYUKI  
SAKATA MASAFUMI  
KITAGAWA YUTAKA

---

**(54) AUSTENITIC STAINLESS STEEL WIRE FOR SPRING EXCELLENT IN FATIGUE PROPERTY AND ITS PRODUCTION**

**(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To obtain a stainless steel wire for a spring having extra fine diameter by constituting the componental compsn. of an austenitic stainless steel wire of specified wt.% of C, Si, Mn, P, S, Ni, Cr, Ca and the balance Fe.

**CONSTITUTION:** The componental compsn. of this austenitic stainless steel wire is constituted of the one contg., by weight, 0.06 to 0.08% C,  $\leq 1\%$  Si,  $\leq 2\%$  Mn,  $\leq 0.045\%$  P,  $\leq 0.03\%$  S, 8 to 10.5% Ni, 18 to 20% Cr and Ca satisfying  $[Ca] \geq 1.27 \times [Insol-Al]$ , and the balance Fe with impurities.

Furthermore, Total-Al  $\leq 0.01\%$ , Insol-Al  $\leq 0.005\%$ , Ca  $\leq 0.05\%$  and the maximum diameter of D series inclusions by the ASTM-A method of  $\leq 16\mu m$  are satisfied. Thus, a small-sized spring excellent in corrosion resistance and fatigue properties can be provided.

---

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 25.02.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3396910

[Date of registration] 14.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**HIS PAGE BLANK (USPTO)**

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特 許 公 報 (B2)

(11)特許番号

特許第3396910号

(P3396910)

(45)発行日 平成15年4月14日(2003.4.14)

(24)登録日 平成15年2月14日(2003.2.14)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup> 識別記号

C 2 2 C 38/00

3 0 2

C 2 1 C 7/00

7/04

C 2 1 D 8/06

C 2 2 C 38/40

F I

C 2 2 C 38/00

3 0 2 Z

C 2 1 C 7/00

H

7/04

C

C 2 1 D 8/06

B

C 2 2 C 38/40

請求項の数2(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-124261

(22)出願日 平成5年5月26日(1993.5.26)

(65)公開番号 特開平6-330249

(43)公開日 平成6年11月29日(1994.11.29)

審査請求日 平成12年2月25日(2000.2.25)

(73)特許権者 000003713

大同特殊鋼株式会社

愛知県名古屋市中区錦一丁目11番18号

(72)発明者 大 間 英 之

愛知県知多郡東浦町大字緒川字東仙台5  
の1

(72)発明者 坂 田 雅 史

愛知県東海市加木屋町南鹿持18

(72)発明者 北 川 豊

愛知県知多市旭桃台509番地

(74)代理人 100098615

弁理士 鈴木 学

審査官 中村 朝幸

(58)調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)

C22C 38/00 - 38/60

(54)【発明の名称】 疲労特性に優れたばね用オーステナイト系ステンレス鋼線およびその製造方法

1

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】 重量%で、C:0.06~0.08%、  
Si:1.00%以下、Mn:2.00%以下、P:  
0.045%以下、S:0.030%以下、Ni:8.  
00~10.50%、Cr:18.00~20.00  
%、Total-Al:0.0100%以下、Inso  
l-Al:0.0050%以下、Ca:0.05%以下  
を含み、残部Feおよび不純物よりなり、ASTM-A  
法によるD系介在物の最大径が16μm以下であること  
を特徴とする疲労特性に優れたばね用オーステナイト系  
ステンレス鋼線。

【請求項2】 重量%で、C:0.06~0.08%、S  
i:1.00%以下、Mn:2.00%以下、P:0.  
045%以下、S:0.030%以下、Ni:8.00  
~10.50%、Cr:18.00~20.00%、T

2

otal-Al:0.0100%以下、Insol-A  
l:0.0050%以下、Ca:0.05%以下を含  
み、残部Feおよび不純物よりなり、ASTM-A法に  
よるD系介在物の最大径が16μm以下であるばね用オ  
ーステナイト系ステンレス鋼線を製造するに際し、鋼の  
溶製時におけるスラグの塩基度(CaO/SiO<sub>2</sub>)を  
1.8~2.2の範囲にすると共に鋼中の[Ca]≥  
1.27×[Insol-Al]を満足するCaの添加  
を行って溶製して得たオーステナイト系ステンレス鋼を  
素材として伸線することとを特徴とする疲労特性に優れ  
たばね用オーステナイト系ステンレス鋼線の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、テレビ、ビデオ、冷蔵  
庫などの電気機器、電算機、測定機などの電子機器、時

計、はかりなどの精密機器、カメラ、コピー機、ファクシミリ装置などの光学ないしは事務機器等々において使用される耐食・耐久性の良いばねの素材として利用される疲労特性に優れたばね用オーステナイト系ステンレス鋼線およびその製造方法に関するものである。

#### 【0002】

【従来の技術】各種機器等において使用される耐食性のよいステンレス鋼線ばねは、ばねとしての特性に優れているのはもちろんのこと、各種機器の軽薄短小化に対応して小型化が可能であることが要求される。

【0003】そして、このようなばねの小型化要求に応えるためには、ばね用ステンレス鋼線の細径化が必要となり、したがって、伸線素材を用いて極細線にまで伸線を行うことができるすぐれた伸線性を有していることが望まれると共に、ばねに成形した後はすぐれた疲労特性を有していることが望まれる。

#### 【0004】

【発明が解決しようとする課題】このように、ばねの小型化要求に応えるためには、ばね用ステンレス鋼線の細径化が必要となることから、伸線素材を用いて直径約50 $\mu$ m程度の極細線にまで伸線を良好に行うことが可能であって伸線素材状態での伸線性に優れていると共に、ばね成形後には疲労特性にも優れているばね用オーステナイト系ステンレス鋼線の開発が望まれているという課題があった。

#### 【0005】

【発明の目的】本発明は、このような従来の課題に堪がみてなされたものであって、ばね成形後の疲労特性に優れているのみならず、伸線素材状態での伸線性にも優れていて、極細線への伸線に適したばね用オーステナイト系ステンレス鋼線およびその製造方法を提供することを目的としている。

#### 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明に係わる伸線素材状態での伸線性およびばね成形後の疲労特性に優れたばね用オーステナイト系ステンレス鋼線は、重量%で、  
C:0.06~0.08%、Si:1.00%以下、Mn:2.00%以下、P:0.045%以下、S:0.030%以下、Ni:8.00~10.50%、Cr:18.00~20.00%、Total-Al:0.0100%以下、Insol-Al:0.0050%以下、Ca:0.05%以下を含み、残部Feおよび不純物よりなり、ASTM-A法によるD系介在物の最大径が16 $\mu$ m以下であることを特徴としている。

【0007】また、本発明に係わる伸線素材状態での伸線性およびばね成形後の疲労特性に優れたばね用オーステナイト系ステンレス鋼線の製造方法は、重量%で、  
C:0.06~0.08%、Si:1.00%以下、Mn:2.00%以下、P:0.045%以下、S:0.030%以下、Ni:8.00~10.50%、Cr:

18.00~20.00%、Total-Al:0.0100%以下、Insol-Al:0.0050%以下、Ca:0.05%以下を含み、残部Feおよび不純物よりなり、ASTM-A法によるD系介在物の最大径が16 $\mu$ m以下であるばね用オーステナイト系ステンレス鋼線を製造するに際し、鋼の溶製時におけるスラグの塩基度(CaO/SiO<sub>2</sub>)を1.8~2.2の範囲にすると共に鋼中の[C]≥1.27×[Insol-Al]を満足するCaの添加を行って溶製して得たオーステナイト系ステンレス鋼を素材として伸線するようにしたことを特徴としている。

【0008】次に、本発明に係わる伸線素材状態での伸線性およびばね成形後の疲労特性に優れたばね用オーステナイト系ステンレス鋼線の成分限定理由について説明する。

【0009】Cは母相に固溶して基地を強化し、ばねの強度を高めるのに有効な元素であるので、0.06%以上としたが、多すぎると耐食性が低下することとなるので、0.08%以下とした。

【0010】Siは高融点の介在物であるAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>等の生成を抑制するためにスラグの塩基度(CaO/SiO<sub>2</sub>)を2.0前後の中間の値にして鋼の溶製を行う場合においてAlを脱酸剤として使用しないのが望ましいことから、Mnと共に脱酸剤として作用させるようにするために添加するが、多すぎるとフェライトが生成しやすくなるので、1.00%以下とした。

【0011】Mnは鋼の溶製を行う場合において脱酸剤および脱硫剤として作用させるようにするために添加するが、多すぎると加工性を低下させると共に耐食性を劣化させるので、2.00%以下とした。

【0012】Pは耐食性を劣化させるので極力少量であることが好ましく、このため上限を0.045%以下とした。

【0013】Sは熱間加工性を害するので極力少量であることが望ましく、このため上限を0.030%以下とした。

【0014】Niはオーステナイト安定化元素でありステンレス鋼をオーステナイト相として耐食性を向上させるための主要な元素であると同時に加工誘起マルテンサイトの抑制にも有用な元素であるので、8.00%以上とした。しかし、オーステナイトの安定化のためにはある程度以上含有させる必要はなく、かえってコストの上昇をもたらすこととなるので、10.50%以下とした。

【0015】Crは耐食性を向上させるのに寄与する元素であり、このような効果を得るために18.00%以上含有させることとしているが、多量に含有するとフェライトを生成するので20.00%以下とした。

【0016】Caはスラグの塩基度(CaO/SiO<sub>2</sub>)を2.0前後とほぼ中間の値にして鋼の溶製を行

うことにより $Al_2O_3$ の生成量を抑制しようとした場合に、微量の $Al_2O_3$ が生成されているときに微量添加することによって低融点の介在物である $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ を生成させて $Al_2O_3$ 系介在物の形態を制御する作用を有しており、この低融点の介在物は溶鋼温度で液体状態を呈するため、溶鋼攪拌時にスラグへの溶融分離が容易となり、介在物量の低減がもたらされると共に、介在物の微細化に寄与することによって、ASTM-A法によるD系介在物の最大径を $16\mu m$ 以下にするのに役立つ。

【0017】そして、このような介在物の微細化のためには、例えば、予想 $Insol-Al=12ppm$ に対して $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ ねらいのために $Ca=15ppm$ 添加する必要があることを考慮して、後述するように溶鋼中に $[Ca] \geq 1.27 \times [Insol-Al]$ を満たす $Ca$ を添加することとした。

【0018】しかし、 $Ca$ が多量に添加されても効果の向上は得られないので、鋼線中の含有量として $0.05\%$ 以下とするのがよく、溶接性を良好なものとするためには、 $0.01\%$ 以下とするのが好ましい。

【0019】また、 $Al$ 含有量が多すぎると $Al_2O_3$ の生成量が多くなり、ASTM-A法によるB系介在物が多く生成して伸線性を低下させることとなるので、 $Total-Al$ で $0.0100\%$ 以下、 $Insol-Al$ で $0.0050\%$ 以下とする。

【0020】このような伸線素材状態での伸線性およびばね成形後の疲労特性に優れたばね用オーステナイト系ステンレス鋼線を製造するのに用いるオーステナイト系ステンレス鋼を溶製するに際しては、AOD、VODなどによって精錬を行い、溶鋼の精錬時におけるスラグの塩基度( $CaO/SiO_2$ )が $1.8 \sim 2.2$ の中間的な範囲となるようにすると共に溶鋼中の $[Ca] \geq 1.27 \times [Insol-Al]$ を満足することとなる $Ca$ の添加を行う。

【0021】この場合、スラグの塩基度( $CaO/SiO_2$ )が低いと平衡酸素レベルが高くなり、融点の高い $Cr_2O_3$ 系介在物が多く生成するようになるので好ましくなく、このようなことからスラグの塩基度は $1.8$ 以上とするのがよい。

【0022】また、スラグの塩基度( $CaO/SiO_2$ )が高いと平衡酸素レベルが低くなり、 $MgO$ 溶出量が多くなって、融点の高い $Al_2O_3$ 、 $MgO$ 系介在物が多く生成するようになるので好ましくなく、このようなことからスラグの塩基度は $2.2$ 以下とするのがよい。このようなスラグの塩基度がほぼ中間となる精錬を行うことによって $Al_2O_3$ 系介在物を減少させることができるが、さらに、このような少量の $Al_2O_3$ の存在下で $Ca$ を適量添加することによって、低融点の $12CaO \cdot 7Al_2O_3$ が生成されるようになり、この生成物は溶鋼温度で液体状態を呈して溶鋼攪拌時にスラグ

への融合分離が容易なものとなり、介在物量の低減が果されることとなって、伸線素材状態での伸線性およびばね成形後におけるばねの疲労強度の向上がもたらされることとなるが、このような $Ca$ の添加効果を得るためには、 $[Ca] \geq 1.27 \times [Insol-Al]$ を満足する $Ca$ の添加を行うのが良いことがわかった。

【0023】このような精錬を行うことによって、可塑性の低いASTM-A法によるD系介在物の最大径を小さくすると共に生成量を低減させたものとすることによって、伸線素材段階での伸線性およびばね素材ないしはばね成形後の疲労特性が向上した極細径のばね用オーステナイト系ステンレス鋼線の伸線素材に適するものとなり、この伸線素材を例えば直径 $50\mu m$ 程度までの極細線に伸線することによって極細径のばね用オーステナイト系ステンレス鋼線とすることができる。

【0024】

【発明の作用】本発明に係わるばね用オーステナイト系ステンレス鋼線およびその製造方法は、上述した構成を有するものとなっているので、可塑性の低いASTM-A法によるD系介在物が少ないものになっていると共にD系介在物の直径も小さいものとなり、伸線素材状態での伸線性およびばねとしての疲労特性に優れたばね用オーステナイト系ステンレス鋼線となって、ばね用ステンレス鋼線の細径化、ステンレスばねの疲労特性の向上、ステンレスばねの小型化に寄与するものとなり、各種機器の軽薄短小化の要望にも応えるものとなる。

【0025】

【実施例】表1に示す化学成分組成のオーステナイト系ステンレス鋼を電気アーク炉、AOD炉により溶製した後ピレットに成形し、各ピレットに対し線材圧延を行って直径 $5.5mm$ の伸線素材を得た。

【0026】このとき、溶製時においては表2の塩基度の欄に示すスラグの $CaO/SiO_2$ 比として鋼の溶製を行った。そして、各伸線素材の各基本成分および $Total-Al$ 、 $Insol-Al$ 、 $Ca$ 含有量は表1に示すものとなっていた。また、各伸線素材中におけるASTM-A法によるD系介在物品位(最大径、介在物組成)を線材断面ミクロにおいて線材巨大介在物( $\geq 10\mu m$ )の定量分析および介在物の抽出分析により調べたところ、同じく表2に示す結果であった。

【0027】次いで、直径 $5.5mm$ の各伸線素材に対して固溶処理および被膜形成処理を施したのち伸線を行ったところ、D系介在物の最大径が $16\mu m$ 以下のものでは、線径 $50\mu m$ までの伸線が支障なく可能であったが、D系介在物の最大径が $16\mu m$ を超えるものの中には、線径 $50\mu m$ までの伸線が不可能であったものも存在しており、例えば、D系介在物の最大径が $35\mu m$ であるNo. 9の場合には線径が $100\mu m$ となる以前に破断を生じた。

【0028】また、疲労特性を評価するために疲労試験

10

20

30

40

50

7

を行い、疲労強度が $70\text{ kg f/mm}^2$ 以上のものを○、疲労強度が $70$ 未満～ $60\text{ kg f/mm}^2$ のものを△、疲労強度が $60\text{ kg f/mm}^2$ 未満のものを×として評価したところ、同じく表2に示す結果であり、D系介在物の最大径が $16\text{ }\mu\text{m}$ 以下のものでは、介在物が微細化されていることによって疲労強度が高い値を示していたが、D系介在物の最大径が $16\text{ }\mu\text{m}$ を超えるものでは疲労強度が低いものとなっていた。

【0029】すなわち、D系介在物の最大径が大きいNo. 1～3, 6, 9及び10の場合には、疲労強度が $60\text{ kg f/mm}^2$ を割り込み、疲労特性に劣る結果となった。とくに、Al含有量が多くしかも上記最大径が $35\text{ }\mu\text{m}$ と大きいNo. 9においては、伸線性に劣り、

8

前述のように線径が $100\text{ }\mu\text{m}$ に到る前に破断すると共に、Ca含有量も比較的多いNo. 10においては、溶接性に劣ることが確認された。また、精錬時におけるスラグの塩基度が高いNo. 8の場合には、D系介在物の最大径は比較的小さいものの、高融点介在物の量的な関係から、疲労特性において若干劣る結果となった。

【0030】これに対して、化学成分およびD系介在物の最大径がそれぞれ特定範囲内にあるNo. 4, 5および7においては、 $70\text{ kg f/mm}^2$ 以上の優れた疲労特性を示すことが確認された。

【0031】

【表1】

No.	化 学 成 分 (重量%)									
	C	Si	Mn	P	S	Ni	Cr	Total-Al	Insol-Al	Ca
1	0.0780	0.411	0.250	0.0190	0.0028	0.5318	0.07	0.0014	≤0.0001	0.0002
2	0.0720	0.351	0.260	0.0280	0.0038	0.5218	0.02	0.0019	0.0003	0.0014
3	0.0710	0.381	0.250	0.0290	0.0058	0.5318	0.07	0.0024	0.0006	0.0003
4	0.0750	0.391	0.270	0.0270	0.0038	0.5318	0.05	0.0027	0.0008	0.0010
5	0.0740	0.371	0.240	0.0290	0.0028	0.5418	0.05	0.0025	0.0007	0.0053
6	0.0770	0.341	0.260	0.0250	0.0038	0.5218	0.04	0.0058	0.0035	0.0004
7	0.0730	0.391	0.270	0.0240	0.0048	0.5318	0.07	0.0041	0.0020	0.0031
8	0.0760	0.361	0.250	0.0260	0.0038	0.5318	0.04	0.0075	0.0042	0.0048
9	0.0730	0.381	0.260	0.0270	0.0048	0.5418	0.07	0.0180	0.0063	0.0005
10	0.0740	0.391	0.240	0.0280	0.0048	0.5218	0.07	0.0850	0.0085	0.0138

No.	塩基度 ( $\text{CaO}/\text{SiO}_2$ )	ASTM-A法 D系介在物品位		疲労特性	その他製品 特性への 影響	総合評価
		最大径 ( $\mu\text{m}$ )	介在物組成			
1	1.4	25	$\text{CaO} \cdot \text{MnO}$	×	特になし	×
2	1.7	23	$\text{CaO} \cdot \text{MnO}$	×	特になし	×
3	1.9	18	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$	×	特になし	×
4	2.2	12	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$	○	特になし	○
5	2.0	13	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$	○	特になし	○
6	3.8	28	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$	×	特になし	×
7	2.0	15	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$	○	特になし	○
8	2.5	16	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$	△	特になし	△
9	1.9	35	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$	×	特になし	×
10	2.1	23	$\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{MgO}$	×	溶接性不良	×

【0033】

【発明の効果】以上説明してきたように、本発明に係わるばね用オーステナイト系ステンレス鋼線およびその製

造方法によれば、伸線素材状態での伸線性および線材ないしはばね成形後の状態での疲労特性に優れたばね用オーステナイト系ステンレス鋼線を提供することが可能で



あるため、極細径のばね用ステンレス鋼線を得ることが可能であってこのような極細径のばね用ステンレス鋼線を使用してばねに成形することによってばねの小型化をはかることが可能となり、各種機器の軽薄短小化の要請

に伴って要求されるばねの小型化に対応することが可能であり、耐食性および疲労特性にすぐれた小型のばねを提供することが可能になるという著しく優れた効果がもたらされる。

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**